

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЧАШКИ ЛАБОРАТОРНОЇ ЦЕНТРИФУГИ НА ЇЇ МІЦНІСТЬ

Исследованы микро и макроструктура чашки из алюминиевого сплава 7075. Определены химический состав сплава и механические свойства материала чашки. С помощью программного обеспечения RecurDyn проведено динамическое моделирование процесса работы ротора и чашек. В статье показан характер разрушения образцов.

Micro and macrostructure of a cup of an aluminium alloy 7075 was investigated. The chemical compound of alloy and mechanical properties of cup material is defined. With the help of software RecurDyn the dynamic of cups and rotor system in work process is simulated. In article character of specimens destruction is shown.

Вступ. Майже всі конструктивні елементи сучасних машин та механізмів працюють при змінних навантаженнях, які викликають коливання. Коливання викликають появу циклічних напружень, які є причиною виникнення пошкоджень і руйнування в наслідок втоми особливо при виникненні резонансних або інших перехідних режимів. Крім того небезпечні напруження і границя втоми суттєво залежать від конструктивних і технологічних факторів [2]. Найбільш впливовими конструктивними факторами фактично є концентрація напружень і розміри деталі, які визначаються призначенням деталі. До технологічних факторів можна віднести структуру матеріалу, яка залежить від технології її виготовлення [3].

В даній роботі досліджується макроструктура деталі і її вплив на характеристики міцності.

Актуальність. Конструктивні елементи роторів в лабораторних центрифугах створюють потенційну небезпеку в разі руйнування ротора під час експлуатації. Виробники центрифуг повинні експериментально підтверджувати, що протиаварійна оболонка центрифуги у випадку максимально можливої небезпечної аварії гарантує перебування всіх механічних компонентів і матеріалів зразків у центрифугі. Тому існує необхідність дослідження міцності чашки і вивчення впливу технології її виготовлення.

Основна частина. Робота присвячена вивченню впливу технології на довговічність центрифуги. Найбільш напруженими частинами якої є деталі, що працюють при змінних навантаженнях внаслідок обертання.

Конструктивним елементом, руйнування якого являє небезпеку, є чашка. Чашка кріпиться на цапгах і змінює своє положення при розгоні і гальмуванні. Ряд послідовних положень чашки в залежності від швидкості обертання показаний на рис. 1. В процесі експлуатації було виявлено, що руйнування чашок відбувається у місці контакту з цапгами, а також шляхом відривання дна чашки. Метою роботи є визначення впливу технологічних факторів на термін експлуатації центрифуги та її конструктивні елементи.

Для прогнозувати терміну служби конструктивних елементів необхідно визначення механічних властивостей матеріалу, з якого виготовлений конструктивний елемент та напружено-деформованого стану.

Задача визначення напружено-деформованого стану (НДС) вирішувалась числовими методами. Розрахунок напружено-деформованого стану проведений в межах спільної роботи НТУУ «КПІ» та Інституту механіки Отто-фон-Геріке Університету, Магдебург (Німеччина) за допомогою програмного пакету Ansys [1].

Міцність і довговічність чашки залежить від властивостей матеріалу на які впливає технологія виготовлення чашки.

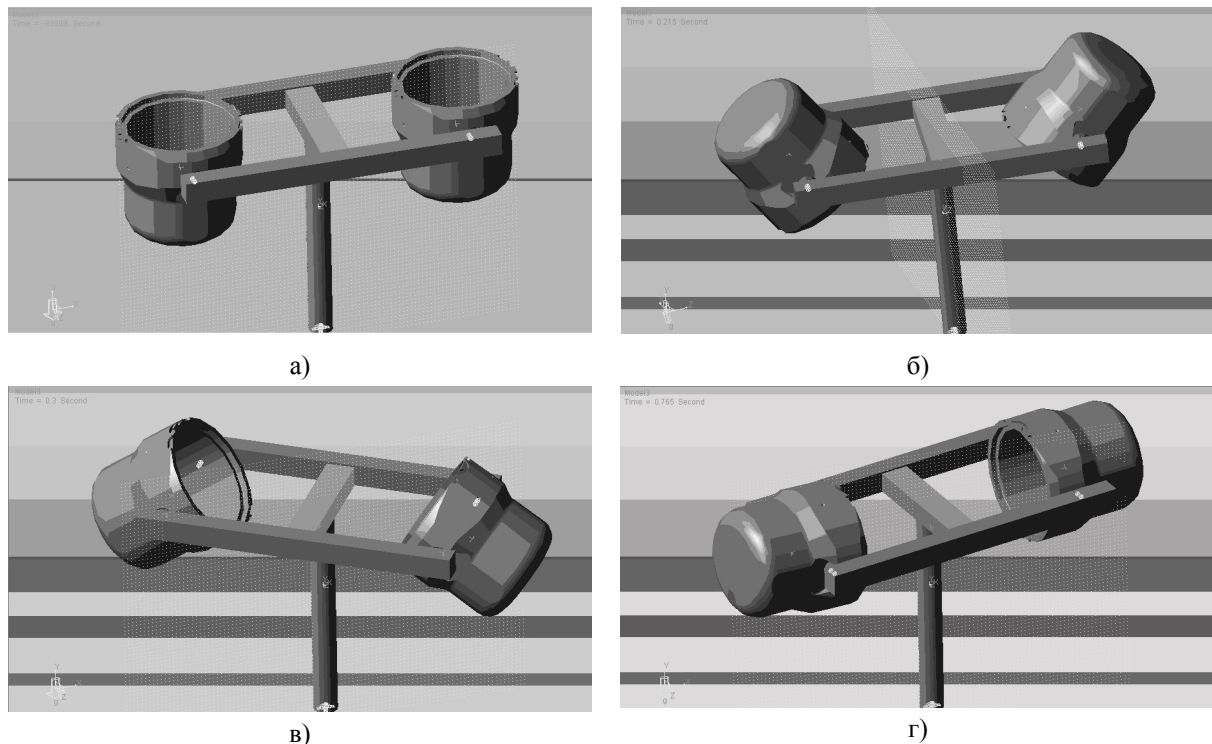


Рис. 1. Положення чашок а) $t = 0$ сек; б) $t = 0,215$ сек; в) $t = 0,3$ сек; г) $t = 0,765$ сек;

Останніми роками в зарубіжній і вітчизняній практиці все більш широке застосування знаходять сплави Al-Zn-Mg-Cu. Типовий хімічний склад яких представлений у табл.1.

Таблица. 1

Дані хімічного складу матеріалу

№ п/п	Марка сплаву	Химический состав, %									
		Легуючі компоненти				Примеси					
		Al	Cu	Mg	Zn	Mn	Cr	Ti	Fe	Si	Інші
1	7075	Основа	1,2-2,0	2,1-2,9	5,1-6,1	$\leq 0,3$	0,18-0,4	$\leq 0,2$	$\leq 0,7$	$\leq 0,5$	$\leq 0,15$
2	B95	Основа	1,4-2,0	1,8-2,8	5,0-7,0	0,2-0,6	0,1-0,25	-	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,15$
3	(1)	Основа	1,62	2,6	6,0	0,01	0,23	0,06	0,15	0,06	-

(1)– матеріал, що випробовувався.

Чашка виготовляється шляхом штамповки від технології якої залежить структура деталі і її механічні властивості.

В деяких випадках макроструктура визначається положенням роз'єму штампів і відповідно формою поковки. Для того, щоб визначити як впливає технологія штампування на напрям волокон заготовки, був проведений мікро- та макроаналіз зразків, що вирізались з заготовки. В залежності від способу навантаження до макроструктури і відповідно до технології штампування можуть бути поставлені відповідні вимоги. Наприклад, якщо деталь машини працює на зріз по лінії а-а, то волокно повинне бути перпендикулярне лінії зрізу. Положення лінії роз'єму II-II в даному випадку є не задовільним, і тому, нехтуючи деякими недоліками, пов'язаними з положенням роз'єму I-I, все ж таки слід вибрати цей останній варіант [2].

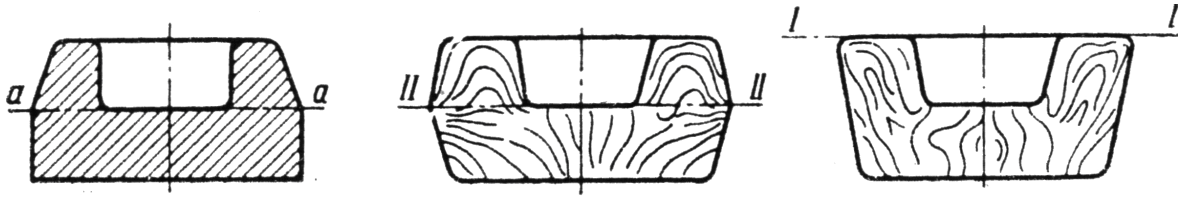


Рис. 2. Вибір положення роз'єму штампа по умові роботи деталі

Схема вирізки елементів заготовки для дослідження мікро- та макроструктури зразків, наведена на рис.3.

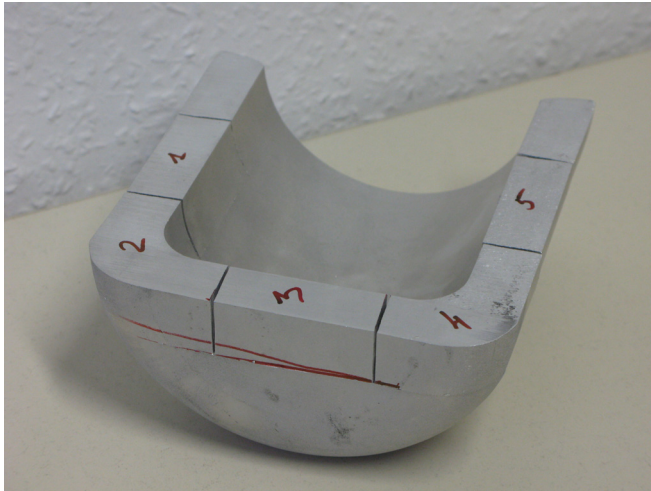


Рис.3. Схема розрізання чашки на елементи для випробування механічних властивостей матеріалу і дослідження макро- і мікроструктури: 1, 3, 5 – зразки для випробування механічних властивостей; 2, 4 – зразки для дослідження мікро- та макроструктури

На шліфі (рис.4) видно напрям волокон. Отриманий зразок можна розділити на три характерні зони: 1, 2 і 3. У зоні 3 під пуансоном волокна мають первинний напрям і, отже, не дивлячись на те, що ця частина матеріалу піддавалася безпосередній дії пуансона, вона не деформувалася і не зміцнювалася.

У зоні 2 спостерігається максимальна деформація матеріалу [3]. Остання зона 1 оточує зону 2 і займає простір між порожниною і стінками матриці. Деформації в цій зоні менше, ніж в зоні 2 і відповідно менше зміцнення.

Фотографії макроструктури представлені на рис.4.

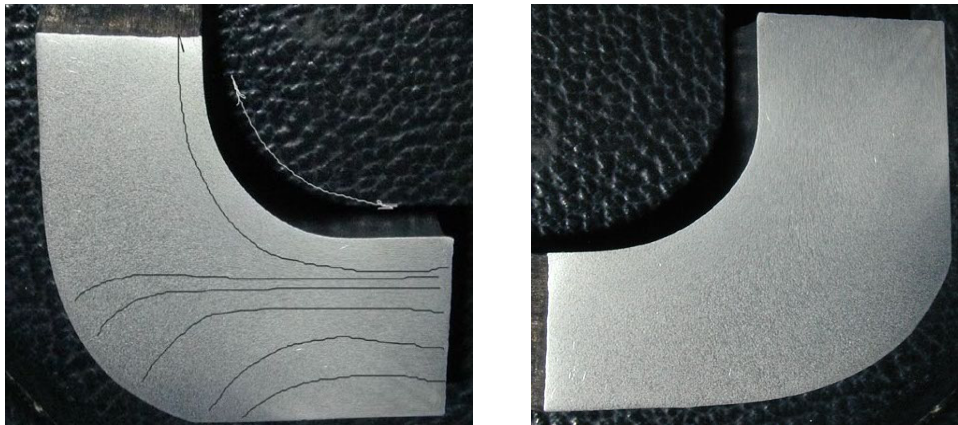


Рис.4. Макроструктура зразків 2, 4

Механічні властивості зразків визначали шляхом їх розтягування із швидкістю 10 мм/хв. Випробування проводились згідно ГОСТ 1497-84. Характер деформації вивчали по точках діаграми згідно методиці [4], а характер руйнування – по макро- і мікробудові зламів.

На фактограммах, наведених на Рис. 6, показані злами зразків.

Дослідження поверхні шийки при розриві дозволило виявити послідовність процесу руйнування. В процесі розтягування у момент утворення шийки на поверхні зразка в цій зоні з'являються і швидко розвиваються мікротріщини, направлені до осі зразка під кутом 30...45°.

Фотографії мікроструктури представлені на рис.5.

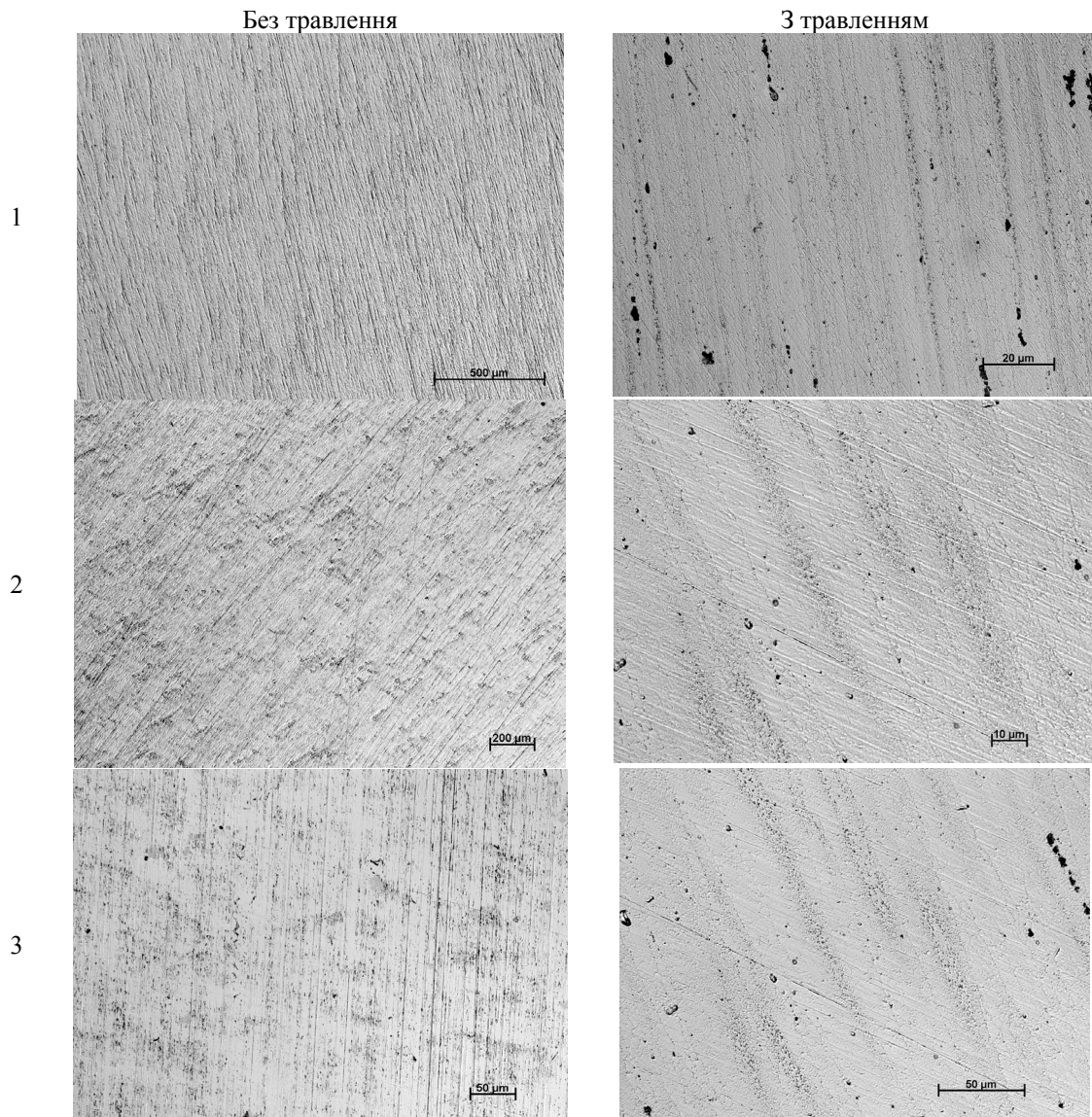


Рис. 5. Мікроструктура зразків 1, 2, 3 (згідно рис.7)

Надалі мікротріщини, зливаються в крупніші тріщини, сприяють появі явно виражених розвинених тріщин. Руйнування настає від швидкого розвитку обмеженого числа магістральних тріщин, що концентруються в площинах найбільших дотичних напружень, при незначному звуженні шийки і сам розрив має вид зколу, направленого під кутом біля 45° до осі зразка.

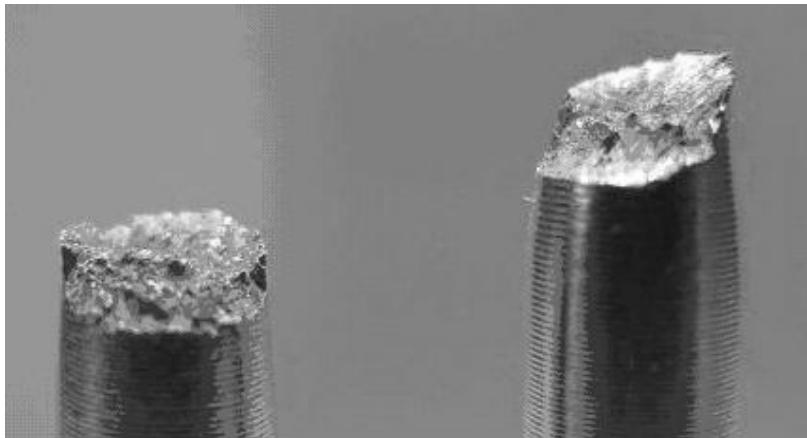


Рис. 6. Вид руйнування зразків із сплаву 7075

Залежно від величини і кількості магістральних тріщин, що з'явилися по периметру шийки до моменту розриву, руйнування може відбутися переважно по одній площині або по гелікоїдальній поверхні, розташованій під кутом до осі зразка (див. Рис. 6).

Таблиця. 2

Механічні властивості зразків

№ зразка	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_{\max} , МПа	ε , %
1-1	447	513	17,6
1-2	436	506	19,2
1-3	453	524	16,4
1-4	455	524	18,4
3-1	447	517	11,7
5-2	461	533	13,8

Висновки. Дослідження показали, що однією з причин, яка сприяє руйнуванню у вигляді відриву дна стакану від обичайки є невдалий вибір технології виготовлення заготовки, в наслідок якої має місце структура волокон, яка не співпадає з напрямом дії максимальних розтягувальних напружень.

Список літератури

1. Лавренко Я.І. До питання про визначення ресурсу конструктивних елементів при змінних навантаженнях. Вісник НТУУ “КПІ”, Машинобудування. — К.: Изд-во КИТ, 2009. — Вып. 56., С. 88-92.
2. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. И доп. М., «Машиностроение», 1976. 560с. с ил.
3. Унксов Е. П. Современное состояние кузнечно-штамповочного производства, «Машгиз», 1961.
4. Павлов И.М., Шелест А.Е., Тарасевич Ю.Ф. Исследование деформации разрывных образцов некоторых сплавов после термомеханической обработки. — В сб.: Пластическая деформация тугоплавких металлов и специальных сплавов. М.: Наука, 1970, с. 111-125.
5. Павлов И.М., Шелест А.Е., Тарасевич Ю.Ф. Исследование деформации разрывных образцов некоторых сплавов после термомеханической обработки. — В сб.: Пластическая деформация тугоплавких металлов и специальных сплавов. М.: Наука, 1970, с. 111-125.